

## ⑫ 公開特許公報(A)

平3-98449

⑤Int. Cl.<sup>5</sup>  
H 02 K 23/04識別記号 庁内整理番号  
6824-5H

⑬公開 平成3年(1991)4月24日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全5頁)

⑭発明の名称 回転電機

⑮特 願 平1-234589

⑯出 願 平1(1989)9月12日

⑰発 明 者 平 島 伸 浩 長野県駒ヶ根市赤穂14-888番地 株式会社三協精機製作  
所駒ヶ根工場内⑱出 願 人 株式会社三協精機製作 長野県諏訪郡下諏訪町5329番地  
所

⑲代 理 人 弁理士 村瀬 一美

## 明細書

## 1. 発明の名称

## 回 転 電 機

## 2. 特許請求の範囲

(1)  $4n$  ( $n$ は1以上の整数)極の磁極数を有するマグネットと、 $3k$  ( $k$ は1以上の整数)極の突極数を有する電機子コアとを備え、いずれか一方を他方に対して回転するように構成した回転電機であって、上記マグネットに対向する上記電機子コアの各々の突極の中心角を電気角で $159^\circ \pm 10^\circ$ 又は $201^\circ \pm 10^\circ$ とし、上記マグネットと上記電機子コアとの無励磁時における静止位置を2種類出現させることを特徴とする回転電機。

(2) 請求項1記載の上記電機子コアの各々の突極の中心角を電気角で約 $159^\circ$ 又は約 $201^\circ$ としたことを特徴とする回転電機。

## 3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

本発明は、電動機あるいは発電機として使用される回転電機に関する。更に詳述すると、本発明

はコギングトルクの低減を図った回転電機に関する。

## (従来の技術)

直流モータのような永久磁石界磁のモータにおいては、鉄心によるレラクタンス変化と永久磁石の磁界分布の相関によって発生するコギングトルクが問題となる。このコギングトルクは回転の円滑を損う原因となることから小さく抑えることが望まれる。

従来のコギングトルク低減方法の一つとしては、マグネットの着磁条件を着磁器の電圧や容量等を制御することによって変化させ、コギングが小さく抑えられる最良点を決めるようにしている。例えば、着磁条件を変化させてマグネット表面の磁化分布が正弦波状を示すように未飽和着磁を行っている。この場合、コア突極部の中心角に関係なくコギングの最良点を簡単に決めることができる。

## (発明が解決しようとする課題)

しかしながら、マグネットが未飽和着磁状態にあるため個々のマグネットの磁化分布が微妙に異

なってしまう、モータ毎にコギングの大きさがばらついて安定した特性が得られない問題を伴う。また、マグネットが未飽和着磁のため利用する磁束数が少なく出力トルクが低くなる問題がある。換言すれば、コギングトルクを少なくするために、磁束の変化を正弦波様となるように未飽和着磁するために、大きな出力トルクを得るだけの磁束数が得られないという欠点がある。加えて、未飽和着磁のマグネットは電機子反作用磁界で減磁されるため、磁束数が減少してやはり出力トルクが減少する問題がある。

本発明は、コギングトルクの小さな回転電機を提供することを目的とする。更に、本発明は電機子コアの突極の中心角とは無関係にコギングトルクを小さくできる回転電機を提供することを目的とする。

(課題を解決するための手段)

かかる目的を達成するため、本発明は、 $4n$  ( $n$ は1以上の整数)極の磁極数を有するマグネットと、 $3k$  ( $k$ は1以上の整数)極の突極数を

ングに変化する。

(実施例)

以下、本発明の構成を図面に示す実施例に基づいて詳細に説明する。

本発明をモータに適用した一実施例を第1図に示す。このモータは4磁極3突極構成のアウトロータ形モータであって、モータケース・ヨーク1の内周面に2個の円弧状マグネット2が等間隔をあけて均等配置されている。各マグネット2は厚さ方向に着磁され1個のマグネットが1磁極を構成している。各マグネット2の中心角 $\theta_m$ は任意の角度例えば電気角で約 $108^\circ$ に設定されている。また、ヨーク1にはその中心軸線に沿って突極4を有するステータコア3が軸支され、各突極4がマグネット2の内周面と対向するように配置されている。ヨーク1及びマグネット2はステータコア3を中心に回転可能に設けられている。コア3の突極4は3個であり各突極4毎にコイル5が巻回されている。各突極4の中心角 $\theta_a$ は電気角で $159^\circ \pm 10^\circ$ 又は $201^\circ \pm 10^\circ$ 、

有する電機子コアとを備え、いずれか一方を他方に対して回転するように構成した回転電機であって、上記マグネットに対向する上記電機子コアの各々の突極の中心角を電気角で $159^\circ \pm 10^\circ$ 又は $201^\circ \pm 10^\circ$ 、好ましくは約 $159^\circ$ 又は約 $201^\circ$ とし、上記マグネットと上記電機子コアとの無励磁時における静止位置を2種類出現させるようにしている。

(作用)

したがって、電機子コアの各々の突極の中心角を電気角で $159^\circ \pm 10^\circ$ 又は $201^\circ \pm 10^\circ$ に設定することによって、マグネットあるいは電機子コアの無励磁における上述の2種類の静止位置(I)、(II)が双方とも現れ易くなり、静止回数が従来の6回/360°よりも多い7回/360°以上となる。そして、約 $159^\circ$ 又は約 $201^\circ$ において、静止位置(I)と(II)の両方がマグネットの中心角の大きさとは無関係に完全に成立し、位相が異なる2種のコギングの静止位置が交互に表れ、振幅が小さく波長も短いコギ

好ましくは約 $159^\circ$ 又は約 $201^\circ$ に設定されている。尚、本実施例の場合、磁極対は2なので、電気角と機械角は一致せず、中心角 $\theta_a$ は機械角で $1/2$ の約 $79.5^\circ$ 又は約 $100.5^\circ$ となる。

ここで、電機子コア3の各々の突極4の中心角 $\theta_a$ とは、突極4の円周上の両端・2点を中心Oを挟む角を意味し、1突極当りの角度を意味する。各々の突極4の中心角 $\theta_a$ を電気角で約 $159^\circ$ 又は約 $201^\circ$ に設定する場合、マグネット2の中心角 $\theta_m$ に関係なく最良のコギング特性が得られる。しかし、コギングトルクを一般に実用的な小さなものと考えられているレベル(第4図に鎖線で示される範囲)よりも小さな領域内に単に抑える場合には、 $\theta_a$ は厳密に約 $159^\circ$ 又は約 $201^\circ$ に設定する必要はなく、突極4の中心角 $\theta_m$ によっても若干異なるが、 $\theta_m$ の大きさに比例して最大電気角で $159^\circ \pm 10^\circ$ 又は $201^\circ \pm 10^\circ$ の範囲に設定すれば支障がない。また、マグネット2の1磁極当りの中心角 $\theta_m$ は電気角

で $90^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 、好ましくは $108^{\circ}$ 前後に取る。實用レベルのコギングトルク特性を得るには、マグネット2の中心角 $\theta_m$ を $180^{\circ}$ にする場合、精度的にいい条件でなければ製作できないが、 $90^{\circ} \sim 120^{\circ}$ の範囲に納める場合には精度的にいい条件でなくともコギングトルクを實用レベルに納めることができる。即ち、 $\theta_a$ を電気角で $159^{\circ} \pm 10^{\circ}$ 又は $201^{\circ} \pm 10^{\circ}$ の範囲は十分製作誤差に収まる値であると考えられる。

第2図(A)、(B)に4磁極3突極構成のアウトロータ型モータあるいはステータマグネット型の場合のマグネットと電機子コアの構造の一例を示す。マグネット2は円筒形状のヨーク1の内周面に等間隔をあけて固着され、電機子コアは軸部の周面に外側に突出する円弧状の3つの突極を一体成形して成る。この場合の中心角 $\theta_m$ 、 $\theta_a$ は図示の通りである。

第3図(A)、(B)に2磁極3突極構成のインナーロータ型モータの場合のマグネットと電機子コアの構造の一例を示す。マグネット2はスピ

ンドル形状のヨーク1の周面に等間隔をあけて固着されている。また、電機子コア3は円筒状コアの内側に突出する円弧状の3つの突極4を有し各々に電機子コイルが巻回される。この場合の中心角 $\theta_m$ 、 $\theta_a$ は図示の通りである。

以上のように構成した回転電機によると次のようにコギングトルクが低減される。

第5図の特性図は実験結果であり、 $\theta_a$ とコギングとの関係を、 $\theta_m$ をパラメータとして示している。この実験からも明らかなように、通常、4n極の磁極を有するマグネットと3k極の突極を有する電機子コアとから成る4-3構成の回転電機においては、無励磁時に第6図(A)に示す静止位置(I)若しくは第6図(B)に示す静止位置(II)のいずれかを取る。この静止位置は、電機子コア3の各々の突極4の中心角 $\theta_a$ が $159^{\circ}$ 又は $201^{\circ}$ よりも大きく離れている場合(第4図中④、⑦で示す)に現れる。そのときの、静止位置Iのコギングトルク特性[第5図(A)]と、静止位置(II)のコギング特性[第5図(G)]

とは、位相が異なるだけで共に6回/360°の静止回数を有する。そして、 $\theta_a = 159^{\circ}$ 又は $201^{\circ}$ に近づくに従いある角度においてその静止位置の転換が起る。その過渡領域(第4図中②、⑥で示す)におけるコギングトルクは第5図(B)及び第5図(F)で示されるように、振幅が小さくなる。そこで、更に $\theta_a$ を $159^{\circ}$ 又は $201^{\circ}$ に近づけると、第5図(C)及び第5図(E)に示すように、静止位置(I)のコギングトルク特性に静止位置(II)の特性が若干出現し始め、あるいは静止位置(II)のコギングトルク特性に静止位置(I)の特性が若干出現し始め、振幅及び波長の圧縮が起る。即ち静止位置の転換の過渡現象が生じている。そして、約 $159^{\circ}$ 又は $201^{\circ}$ において静止位置(I)と(II)とが双方とも完全に成立し、位相が異なる2種のコギングトルクの静止位置が交互に表れ、振幅が小さく波長も短かい第5図(D)のようなコギングトルク特性に変化する。したがって、1磁極当りの中心角 $\theta_a$ が電気角で約 $159^{\circ}$ 又は $201^{\circ}$ に設定すると

き、コギングはマグネット2の1磁極当りの中心角 $\theta_m$ の大きさに関係なく最良となる。このとき、静止位置が6回/360°から12回/360°と2倍になる。目視確認ではコギングが減少しているため7~12回/360°の静止位置が確認できた。因みに、このときのコギングトルクは、従来の着磁制御によるコギングトルク低減方法の場合(5~3gcm)に比べて半分以下(1.5~1.0gcm)に低減することができた。尚、この電機子コア3の各突極4の中心角 $\theta_a$ は厳密な意味で $159^{\circ}$ 又は $201^{\circ}$ (電気角)に限定されるものではなく、實用レベルにおいて若干の誤差を許容し得る。例えば $\theta_m = 90^{\circ} \sim 180^{\circ}$ の場合を例にとつて説明すると、 $\theta_a$ が少なくとも電気角で $159^{\circ} \pm 10^{\circ}$ 又は $201^{\circ} \pm 10^{\circ}$ の当りから第4図に鎖線で示される實用レベル(図中③、⑤で示す)に収まる。

尚、上述の実施例は本発明の好適な実施の一例ではあるがこれに限定されるものではなく本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々変形実施可

能である。例えば、本実施例ではマグネットは磁極毎に1つのブロックを形成するようにしているが、全体を1つのブロックとするリング状のマグネット材に所定電気角の磁極を所定数形成するように着磁によって形成しても良い。

また、本発明はアウターロータ型あるいはインナーロータ型に限定されず、面対向（アキュシャル）型回転電機にも適用することができる。また、本実施例では4極、3突極の3相モータについて説明したが、これに限定されるものではなく、

磁極数：2 P	突極数：k a
8	6
12	9
16	12
20	15
24	18
28	21
32	24

等のいわゆる多極回転電機にも応用可能である。

更に、本実施例ではモータとして説明している

が、発電機としても利用可能である。この場合、コギングトルクが低減するため振動による騒音発生が抑制され、静かな発電機を提供できる。

#### （発明の効果）

以上の説明より明らかなように、本発明の回転電機は、電機子コアの各々の突極の中心角を電気角で $159^\circ \pm 10^\circ$ 又は $201^\circ \pm 10^\circ$ 、好ましくは約 $159^\circ$ 又は約 $201^\circ$ に設定しているので、無励磁時に2種類の静止位置が成立し、従来の回転電機の2倍、即ち静止位置（I + II）の状態となりコギングが小さく抑えられる。しかも、本発明は、電機子コアの各々の突極の中心角を一定の値に設定するだけでコギングトルクを減少させているので、各磁極を飽和着磁できる。したがって、本発明の回転電機は、磁束の減少がなく、電機子反作用磁界による減磁を受け難く、モータとして使用する場合、出力トルクが従来よりも大きくできる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の回転電機を4磁極3突極構成

のモータに適用した実施例を示す概略構成図、第2図（A）及び（B）は本発明の回転電機を構成するアウターロータ型ないしステータマグネット型のマグネットと電機子コアの一例を示す正面図、第3図（A）、（B）は本発明の回転電機のインナーロータ型のマグネット及び電機子コアの一実施例を示す正面図、第4図は本発明の回転電機の電機子コアの中心角とコギングとの関係をマグネット中心角をパラメータとして示すグラフである。第5図（A）～（G）は第4図の①～⑦の状態におけるコギングトルク特性図、第6図は4-3構成の回転電機の無励磁時における静止位置を示す正面図で、（A）は回転位置I、（B）は回転位置IIを示す。

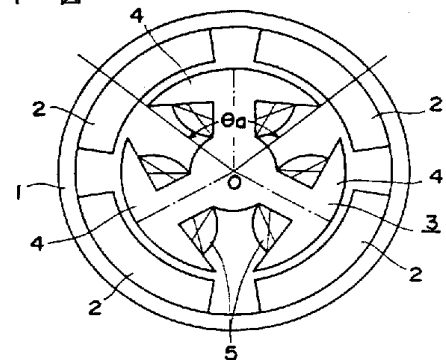
2…マグネット、3…電機子コア、

4…突極、

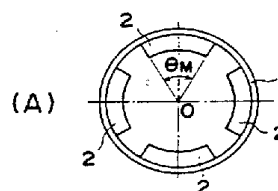
$\theta_a$ …電機子コアの各々の突極の中心角。

特許出願人 株式会社 三協精機製作所  
代理人 弁理士 村 瀬 一 美

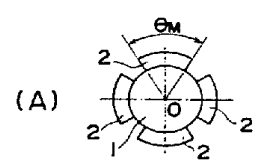
第1図



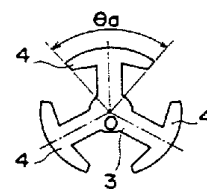
第2図



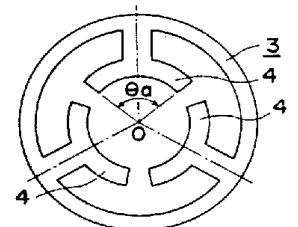
第3図



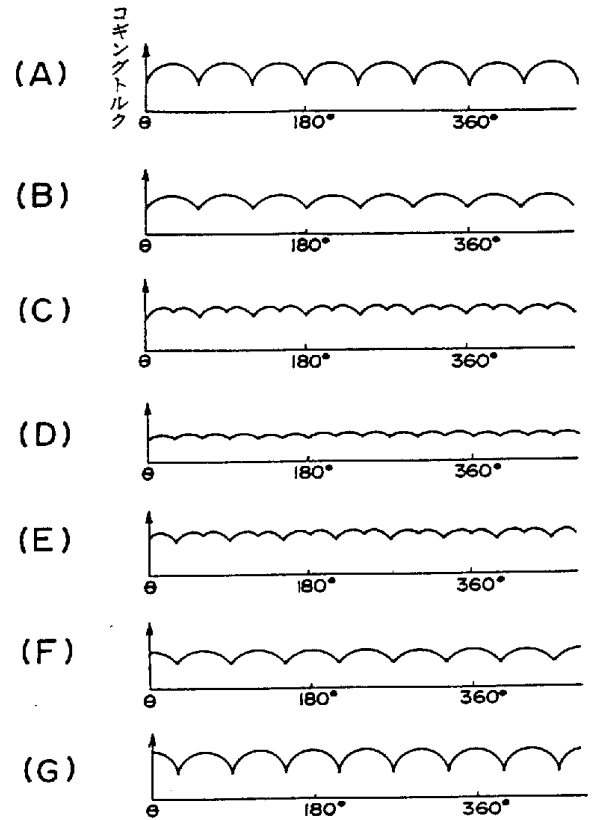
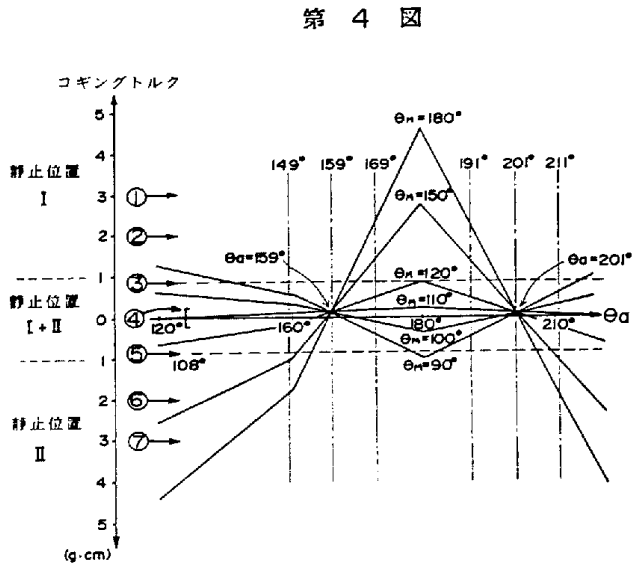
(B)



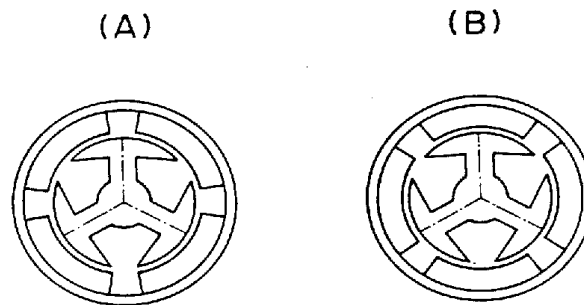
(B)



第 5 図



第 6 図



**PAT-NO:** JP403098449A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 03098449 A  
**TITLE:** ROTARY ELECTRIC MACHINE  
**PUBN-DATE:** April 24, 1991

**INVENTOR-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
HIRASHIMA, NOBUHIRO	

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
SANKYO SEIKI MFG CO LTD	N/A

**APPL-NO:** JP01234589  
**APPL-DATE:** September 12, 1989

**INT-CL (IPC):** H02K023/04

**US-CL-CURRENT:** 310/258

**ABSTRACT:**

**PURPOSE:** To obtain a rotary electric machine, capable of reducing a cogging torque regardless of the salient poles of an armature core, by a method wherein the central angle of respective salient poles of the armature core are so set as to be specified electric angles while two kinds of stopping positions are realized upon non-exciting.

**CONSTITUTION:** A stator core 3 having salient poles 4 along the central axis of a yoke 1 is supported in the yoke 1 through bearings while respective salient poles 4 are so arranged as to be opposed to the inner peripheral surfaces of magnets 2. The central angles  $\theta_a$  of respective salient poles 4 are so set as to be  $159^\circ \pm 10^\circ$  or  $201^\circ \pm 10^\circ$  in electric angle or preferably as to be about  $159^\circ$  or  $201^\circ$ . In a rotary

electric machine having 4-3 constitution which consists of magnets 2 having magnetic poles of  $4n$  poles and salient poles 4 of  $3K$  poles, the motor is stopped at either one of a stop position A or the stop position B upon non-exciting. Accordingly, the stop positions of two kinds of cogging torques having different phases appear alternately whereby cogging is changed so as to have a smaller amplitude and shorter wave length.

COPYRIGHT: (C)1991, JPO&Japio